



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 35 43 591.7
22 Anmeldetag: 10. 12. 85
43 Offenlegungstag: 12. 6. 86

23 X 86

51 Int. Cl. 4:
H01 J 35/22
H 01 J 35/12
H 01 J 35/08
H 01 J 35/18
H 01 J 35/06
G 01 N 23/02

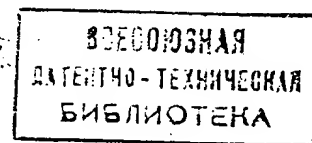
DE 3543591 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
11.12.84 JP P261437/84

71 Anmelder:
Hamamatsu Photonics K.K., Hamamatsu, Shizuoka,
JP

74 Vertreter:
Zenz, J., Dipl.-Ing., 4300 Essen; Helber, F., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 6144 Zwingenberg

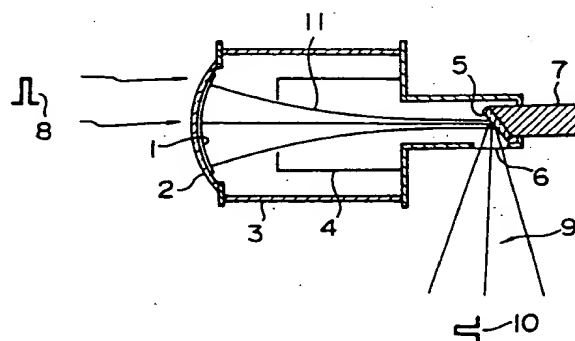
72 Erfinder:
Oba, Koichiro, Hamamatsu, Shizuoka, JP



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Röntgenröhre

Die Röntgenröhre weist eine Vakuumhülle (3), eine Photo-
kathode (1), eine Elektronenlinse (4), ein Reflexionstarget
(5), eine Anode (7), und ein Röntgenstrahlenfenster (6) aus Be-
ryllium auf. Die Anode (7) ist mit dem Target (5) derart ver-
bunden, daß sie Wärme von dem Target abführen kann. Ein
Teil der Anode ist aus der Vakuumhülle (3) nach außen ge-
führt und wird durch Gebläseluft gekühlt. Mit dieser Röhre
des Reflexionstyps kann ein Hochleistungsrontgenimpuls
extrem kurzer Dauer erzeugt werden.



DE 3543591 A1

3543591

HAMAMATSU PHOTONICS

KABUSHIKI KAISHA

A n s p r ü c h e

=====

1. Röntgenröhre, gekennzeichnet durch eine Vakuumhülle (3), eine in der Vakuumhülle angeordnete Photokathode (1), eine Elektronenlinse (4), welche die von der Photokathode emittierten Photoelektronen in eine bestimmte Richtung lenkt und zur Bildung eines feinen Strahlpunktes an einer bestimmten Stelle fokussiert, einem Target (5) des Reflexionstyps, das im Bereich des Fokussierungspunktes angeordnet ist und Röntgenstrahlen in Abhängigkeit von einem Auffangen eines durch die Elektronenlinse abgebildeten feinen Elektronenstrahlpunktes erzeugt, eine Anode (7), die innerhalb der Vakuumhülle (3) mit dem Target (5) verbunden ist, und eine für die Röntgenstrahlen durchlässige dünne Metallplatte (6).

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Abschnitt der mit dem Target (5) verbundenen Anode (7) aus der Vakuumhülle (3) nach außen geführt und so ausgebildet ist, daß sie durch Gebläseluft wirksam kühlbar ist.

3. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem nach außen vorstehenden Teil der Anode (7) Kühlrippen (12) befestigt sind.

4. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der mit dem Target (5) verbundenen Anode (7) aus der Vakuumhülle (3) nach außen vorsteht und an dem vorstehenden

Teil eine Peltier-Kühlvorrichtung (15) zur Kühlung der Anode (7) und zur Abführung der Wärme von dem Target (5) befestigt ist.

5. Röntgenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die dünne Metallplatte (6) aus Beryllium besteht.

3543591

HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA
1126-1, Ichino-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken, Japan

Röntgenröhre

In herkömmlichen Röntgenröhren werden die Röntgenstrahlen unter Beheizung der Kathode erzeugt, so daß thermische Elektronen aus der Kathode austreten, wobei ein feines Elektronenstrahlbündel mit Hilfe eines elektrostatischen Fokussierungssystems gebildet und das Target dem Elektronenstrahlbündel ausgesetzt wird.

Ein dringender Bedarf besteht an der Messung von Materialeigenschaften mit Hilfe von kurzzeitigen Röntgenstrahlimpulsen. Eine Röntgenröhre mit einer thermischen Kathode ist für eine hochfrequente Tastung, d.h. zur Entwicklung extrem kurzer Röntgenimpulse, ungeeignet.

Eine Röntgenröhre mit einer Elektronenstrahlquelle, die aus einer Photokathode besteht, ist in der JA-Patentanmeldung Nr. 153663/1983 vom Erfinder beschrieben. Sie befriedigt den oben erwähnten Bedarf.

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht der in der genannten japanischen Patentanmeldung beschriebenen Röntgenröhre.

In Abhängigkeit von einem durch eine nicht gezeigte Laserstrahlquelle entwickelten Lichtimpuls 8 extrem kurzer Dauer wird von einer Photokathode 1 ein Elektronenstrahlbündel er-

zeugt, das von einer Fokussierelektrode 4 zu einem feinen Elektronenstrahlpunkt geformt und auf ein Röntgenstrahltarget 5 geworfen wird (Fig. 1).

Die vom Elektronenstrahlbündel 11 erzeugten Röntgenstrahlen treten nach Durchtritt durch das Röntgenstrahltarget 5 aus der Vakuumhülle 3 durch ein aus Beryllium bestehendes Metallfenster 6 aus. Die vom Röntgenstrahltarget gewonnenen Röntgenstrahlen werden als Röntgenstrahlimpuls 10 identifiziert, der in Abhängigkeit von dem Lichtimpuls 8 über eine extrem kurze Zeitdauer erzeugt wird.

Die gewonnene Röntgenstrahl-Impulswelle ist kurz. Daher ist eine größere Anzahl von Anwendungsfällen mit dem Röntgenstrahlimpuls 10 zu erwarten.

Die von der Röntgenröhre erzeugten Röntgenstrahlen müssen durch das Röntgenstrahltarget 5 selbst durchtreten, so daß das Target genügend dünn sein sollte, um die Röntgenstrahlen außerhalb der Vakuumhülle mit vernachlässigbarem Transmissionsverlust zu übertragen. Die Elektronenstrahlleistung (oder das Produkt aus angelegter Spannung und verbrauchtem Strom) ist begrenzt, und die begrenzte elektrische Leistung bewirkt auch eine Begrenzung der Röntgenstrahlleistung.

Eine Titanschicht einer Dicke von etwa 10 μm wird zur Bildung des Röntgenstrahltargets 5 der Röntgenröhre verwendet. Wenn das Elektronenstrahlbündel von einer Gleichspannung von 10 kV beschleunigt wird, ist der Maximalstrom begrenzt auf 10 μA .

Wenn der Strahlstrom 10 μA überschreitet, kann sich die Temperatur des Röntgenstrahltargets 5 auf den rot-heißen Zustand erhöhen, so daß schließlich ein Loch durch das Röntgenstrahltarget 5 gebohrt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Röntgenröhre des Reflexionstyps zu schaffen, die einen Hochleistungsrontgenstrahlimpuls von extrem kurzer Dauer zu erzeugen vermag.

Die erfindungsgemäße Reflexionsröntgenröhre besteht aus einer Vakuumhülle, einer in der Vakuumhülle gebildeten Photokathode, einer Elektronenlinse, welche die von der Photokathode emittierten Photoelektronen in eine bestimmte Richtung lenkt, um einen feinen Strahlpunkt auf dem Target zu bilden, einem Reflexionstarget zur Erzeugung von Röntgenstrahlen in Abhängigkeit von dem durch die Elektronenlinse gebildeten feinen Elektronenstrahlpunkt, einer mit dem Target innerhalb der Vakuumhülle verbundenen Anode und einer für die Röntgenstrahlen transparenten dünnen Metallplatte.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht durch die Röntgenröhre der vom Erfinder früher vorgeschlagenen Art;

Fig. 2 eine Schnittansicht auf ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Röntgenröhre des Reflexionstyps;

Fig. 3 eine Schnittansicht durch ein Ausführungsbeispiel der Kühlvorrichtung für die Anode; und

Fig. 4 eine Schnittansicht auf ein anderes Ausführungsbeispiel der Kühlvorrichtung für die Anode.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist ein Lichteinfallfenster 2 von sphärischer Form an der

Frontseite der zylindrischen Vakuum-Glashülle 3 angeordnet, und eine Photokathode 1 ist auf der Innenfläche der Vakuumhülle 3 gebildet.

Eine Fokussierelektrode 4, welche die Elektronenlinse bildet und die von der Photokathode 1 emittierten Photoelektronen auf dem Target fokussiert, ist innerhalb der Vakuumhülle 3 angeordnet.

Ein mit der Anodenelektrode 7 verbundenes dickes Target 5 ist in einem Brennpunkt angeordnet, wo die Streuung des Elektronenstrahlbündels 11 mit Hilfe der Fokussierelektrode 4 minimiert ist.

Die Anode 7 ist an der Vakuumhülle 3 befestigt, wobei ein Teil der Anode 7 außerhalb der Vakuumhülle 3 angeordnet ist.

Die Oberfläche des Targets ist gegenüber der Strahlenbahn des Elektronenstrahlbündels 11 geneigt.

Ein Fenster 6 aus einer Berylliumplatte einer Dicke von 500 μm oder dünner ist so angeordnet, daß auf der Oberfläche des Targets 5 erzeugte Röntgenstrahlen 9 durch das Fenster 6 durchtreten und aus der Vakuumhülle 3 nach außen übertragen werden können. Das Fenster 6 ist rechtwinklig zum Strahlengang der an der Oberfläche des Targets 5 erzeugten Röntgenstrahlen 9 angeordnet.

Das Material des Targets 5 sollte in Abhängigkeit von der erforderlichen Röntgenenergie bestimmt werden.

Die Energie der Röntgenstrahlen ist für jedes spezielle Metall in keV wie folgt dargestellt:

| | | |
|--------------|------|-----|
| Titan (Ti) | 4,5 | keV |
| Vanadium (V) | 4,96 | keV |
| Chrom (Cr) | 5,42 | keV |
| Eisen (Fe) | 6,40 | keV |
| Kobalt (Co) | 6,92 | keV |
| Nickel (Ni) | 7,47 | keV |
| Kupfer (Cu) | 8,04 | keV |

Ein Teil der Anode 7 ist erfindungsgemäß außerhalb der Vakuumhülle 3 angeordnet, so daß der Temperaturanstieg des Targets 5 durch zwangsweise Luftkühlung des nach außen vorstehenden Teils der vom Target Wärme abführenden Anode 7 verhindert werden kann.

Kühlrippen 12 sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 mit der Anode 7 verbunden, und die Kühlrippen 12 können mit Hilfe eines Kühlgebläses 13 wirksam gekühlt werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist eine Peltiereffekt-Vorrichtung 15 an dem äußeren Ende der Anode 7 befestigt. Wenn der Peltiereffekt-Vorrichtung 15 über Anschlüsse 16 Energie zugeführt wird, kann der Teil der Anode 7 gekühlt werden.

Eine Kühlvorrichtung 17 mit einem Einlaß 18 und einem Auslaß 19 für Kühlwasser kann an der Peltiereffekt-Vorrichtung 15 so angeordnet werden, daß deren Kühleffekt verstärkt wird.

Die erfindungsgemäße Röntgenröhre hat ein Röntgenstrahltarget des Reflexionstyps, das mit der Vakuumhülle über die Anode derart verbunden ist, daß das Target selbst fest an der Vakuumhülle angebracht werden kann.

Die das Target innerhalb der Vakuumhülle halternde Anode 7 kann die vom Target aufgenommene Wärme abführen, wodurch der

Temperaturanstieg des Targets unterdrückt werden kann.

Da der äußere Teil der Anode dem Kühlluftstrom ausgesetzt ist, kann die Elektronenstrahlleistung im Vergleich zu derjenigen bei konventionellen transparenten Targets wesentlich erhöht werden. Die Maximalleistung der Röntgenstrahlen kann sich nach der Stromkapazität der Photokathode richten.

Während der photoelektrische Strom in der Röntgenröhre bei der konventionellen Ausführung auf 10 μ A begrenzt ist, ist der photoelektrische Strom bei dem mit Kühlluft gespülten Ausführungsbeispiel größer. Wenn die Photokathodenzone und die elektrische Feldintensität auf der Frontseite der Photokathode erhöht werden, kann der Anodenstrom bis auf 10 mA erhöht werden.

Die Röntgenstrahlen brauchen das Target selbst nicht zu durchlaufen, so daß der Wirkungsgrad beim Ausblenden der Röntgenstrahlenergie aus der Vakuumhülle bzw. -röhre wesentlich verbessert werden kann.

Die erfindungsgemäße Röntgenröhre benutzt die gleiche Photokathode wie die konventionelle Vorrichtung zur Bildung einer Elektronenstrahlquelle. Daher können Hochleistungs-röntgenstrahlimpulse extrem kurzer Dauer ohne Probleme erzeugt werden.

FIG. 1

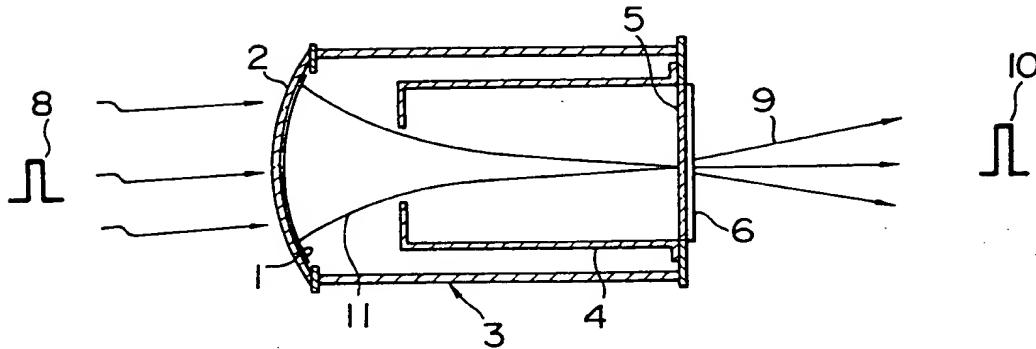


FIG. 2

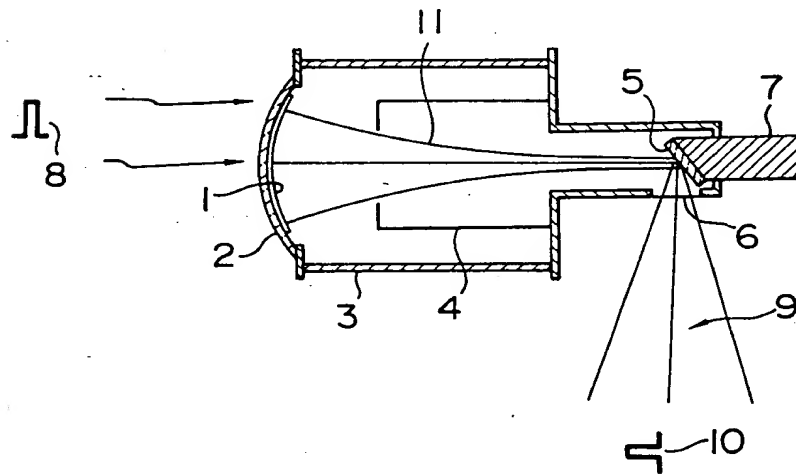


FIG. 3

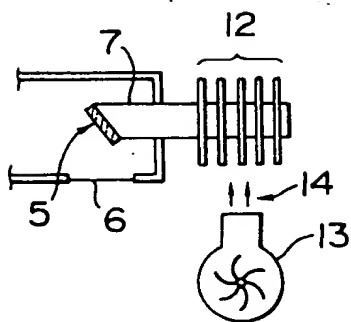
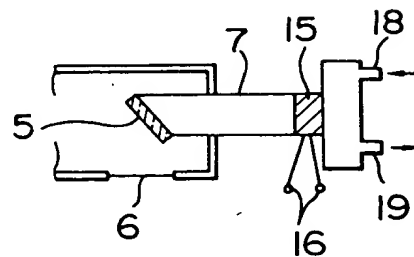


FIG. 4



ZENZ & HELBER
PATENTANWÄLTE
AM RUHRSTEIN 1
D 4300 ESSEN 1